

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-63297

(43)公開日 平成10年(1998)3月6日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F 1	技術表示箇所
G 1 0 L 9/14			G 1 0 L 9/14	F
				J
9/18			9/18	E
H 0 3 M 7/30	9982-5K	H 0 3 M 7/30		B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

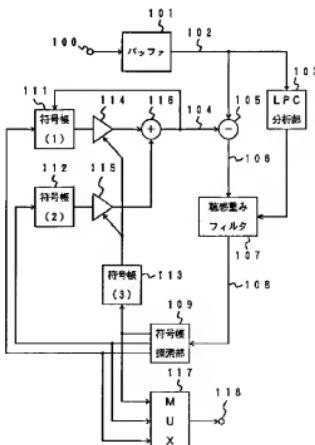
(21)出願番号	特願平8-216319	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22)出願日	平成8年(1996)8月16日	(72)発明者	赤嶺 政巳 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
		(72)発明者	天田 早 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
		(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54)【発明の名称】 音声符号化方法および装置

(55)【要約】

【課題】低ビットレート、低遅延であつて、かつ再生音声の品質を高めることができる音声符号化方法および装置を提供する。

【解決手段】音声信号のベクトル量小化のための符号ベクトルを格納した符号帳(1)、(1)を有し、これらの符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音声ベクトル104を生成し、入力音声信号を目標ベクトル102として目標ベクトルに対する再生音声ベクトルの誤差を表す誤差ベクトル106を生成し、この誤差ベクトルと小ストップルタの伝達関数の適切性を含ませた伝達関数を有する感度希釈ノルマ107に通して重み付き誤差ベクトル108を生成し、この重み付き誤差ベクトルが最小となる符号ベクトルを符号帳探索部109により符号帳(1)、(1)から探し、探索した符号ベクトルに対応するインデックスを符号化パラメータとしてマルチブレクサ117から出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 音声信号の符号化のための複数の符号ベクトルを格納した符号帳を有し、この符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音山ベクトルを生成するとともに、符号化対象の入力音山信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する再生音山ベクトルの誤差を表す誤差ベクトルを生成し、この誤差ベクトルを再生音山信号のスペクトルを強調するフルタの伝達関数の逆特性を含ませた伝達関数を有する滤波重みフルタに通して重み付き誤差ベクトルを生成し、この重み付き誤差ベクトルが最小となる符号ベクトルを前記符号帳から探査して、該探査した符号ベクトルに対応するインデックスを符号化ハラメータとして出力することを特徴とする音声符号化方法。

【請求項2】 音声信号の符号化のための複数の符号ベクトルを格納した符号帳を有し、前記符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音山ベクトルを生成する再生音山ベクトル生成手段と、符号化対象の入力音山信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する前記再生音山ベクトルの誤差を表す誤差ベクトルを生成する誤差ベクトル生成手段と、再生音山信号のスペクトルを強調するフルタの伝達関数の逆特性を含ませた伝達関数を有し、前記誤差ベクトルを入力として重み付き誤差ベクトルを出力する滤波重みフルタと、前記重み付き誤差ベクトルが最小となる符号ベクトルを前記符号帳から探査する探査手段と、前記探査手段により探査された符号ベクトルに対応するインデックスを符号化ハラメータとして出力する手段とを備えたことを特徴とする音声符号化装置。

【請求項3】 音声信号の符号化のための複数の符号ベクトルを格納した符号帳を有し、この符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音山ベクトルを生成するとともに、符号化対象の入力音山信号についてスペクトル強調を行った音声信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する再生音山ベクトルの誤差を表す誤差ベクトルを生成し、この誤差ベクトルを滤波重みフルタに通して得られた重み付き誤差ベクトルが最小となる符号ベクトルを前記符号帳から探査して、該探査した符号ベクトルに対応するインデックスを符号化ハラメータとして出力することを特徴とする音声符号化方法。

【請求項4】 音声信号の符号化のための複数の符号ベクトルを格納した符号帳を有し、前記符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音山ベクトルを生成する再生音山ベクトル生成手段と、符号化対象の入力音山信号についてスペクトル強調を行なうフルタと、

前記フルタによってスペクトル強調された音声信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する前記再生音山ベクトルの誤差を表す誤差ベクトルを生成する誤差ベクトル生成手段と、

前記誤差ベクトルを入力として重み付き誤差ベクトルを出力する滤波重みフルタと、

前記重み付き誤差ベクトルが最小となる符号ベクトルを前記符号帳から探査する探査手段と、

前記探査手段により探査された符号ベクトルに対応するインデックスを符号化ハラメータとして出力する手段とを備えたことを特徴とする音声符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、音声を高能率符号化する音声符号化方法および音声符号化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 電話帯域の音声信号を高能率に圧縮符号化する音声符号化技術は、利用できる電波帯域が限られている携帯電話などの移動体通信や、メモリの有効利用が求められるボイスメールなどの蓄積媒体において今まで不可の技術になっている。そして現在、ビットレートが低く、かつ符号化処理遅延が小さい方法が求められている。電話帯域の音声信号を 1 k b p s 程度の低ビットレートで符号化する方式として、C E L P (Code Excited Linear Prediction) 方式は有効な方式の一つである。この方式はフレーム単位に分割された入力音山信号から声道をモデル化した音声合成フルタの特性を求める処理と、この音声合成フルタの入力信号に当たる駆動信号を求める処理に大別される。

【0003】 これら処理のうち、後者の駆動信号を求める処理は、駆動ベクトル符号帳に移納された複数の駆動ベクトルを一つずつ合成フルタに通して生成される合成音山信号の、すなわち入力音山信号に対する合成音山信号の誤差信号を計算し、この誤差信号が最小となる駆動ベクトルを探査する処理からなる。これは閉ループ探査と呼ばれており、8 k b p s 程度のビットレートで良好な音質を再生するため非常に有効な方法である。

【0004】 C E L P 方式に関しては、M. R. Schroeder and B. S. Atal, "Code Excited Linear Prediction (CE

40 LP) High Quality Speech at Very Low Bit Rates", Proc. ICASSP, pp. 937-940, 1985 および W. S. Kleijen, B. J. Krasinski et al, "Improved Speech Quality and Efficient Vector Quantization in SELP", Proc. ICASSP, pp. 155-158, 1988 で詳しく述べられている。

【0005】 図1を用いて C E L P 方式の概要を説明する。入力音山信号 400 にフレーム単位で入力される音山信号は L P C 分析部 (線形予測分析部) 401 で分析され、ここで重み付き合成フルタ 402 のフルタ係数が求められる。また、入力音山信号は滤波重み付け部 403 に流入され、重み付き入力音山信号が生成され

る。この重み付き入力音声信号から重み付き合成フィルタ4-0-2の音状態応答が差し引かれ、目標ベクトル4-0-1が生成される。

【0006】一方、適応符号帳4-1-1から運動ベクトルが一並び取り出され、ゲイン乗算器1-2-1を介して重み付き合成フィルタ4-0-2に運動信号として入力されることにより合成音声ベクトルが生成される。この合成音声信号ベクトルの重み、すなはち合成音声ベクトルの目標ベクトル4-0-4に対する誤差が評価部4-1-0で評価され、この誤差がより小さくなるように運動ベクトルが適応符号帳4-1-1から選択される。最適なものが第1の運動ベクトルとされる。次に、この第1の運動ベクトルの影響を考慮して、適応符号帳4-1-2から第2の運動ベクトルが同様にして選択される。最後に、第1および第2の運動ベクトルにそれぞれゲイン乗算器1-1-3、1-1-4で図示しないゲイン符号帳から与えられる最適なゲインが重ねられた後、合成によって運動信号が生成される。この運動信号によって適応符号帳4-1-1の内容の更新が行われ、次フレームの音声信号の入力に備えられる。

【0007】ここで、重み付き合成フィルタ4-0-2および感度重み付け部1-0-3は、合成音声信号および入力音声信号に対して、音声のスペクトルで符号化音声のスペクトルをマスクすることにより感度上の音質を改善する目的で用いられる。この動作について詳細に説明する。説明を簡単にするため、入力音声信号と合成音声信号に対して共通化した感度重みフィルタを用いた図12を参照する。

【0008】図12の音声符号化装置においては、入力音声信号に対する合成音声信号の誤差信号、つまり符号化誤差を表示する誤差信号が求められ、感度重みフィルタ5-0-1に入力される。感度重みフィルタ5-0-1は、誤差信号のスペクトルに対して各周波数成分部に異なる重み付けを行う。適応符号帳4-1-1および適応符号帳4-1-2からの運動ベクトルの選択は、評価部4-1-0によって感度重みフィルタ5-0-1で重み付けがなされた誤差信号が最も小さなように行われる。合成フィルタ4-0-2としては、重み付けを行わないフィルタが用いられる。

【0009】一方、I.A.Gerson and M.A.Jasiuk: Techniques for improving the performance of CELP type speech coders, IEEE Proc. ICASSP91, pp.205-208に、ヒッチ重みフィルタを含む改良された感度重みフィルタの構成が開示されている。図13はその一例である。ホルマント重みフィルタ6-0-1とヒッチ重みフィルタ6-0-2からなる感度重みフィルタである。

【0010】ホルマント重みフィルタ6-0-1は、入力音声信号のLPC分析によって求められたLPC係數 a_i に基づいてフィルタ係數が設定され、ホルマントの山の部分に小さな重み、谷の部分に大きな重みをそれぞれかけることによって、図14に示すように符号化音声のスペクトル（以下、音声スペクトルという）を入力音声信

号のスペクトル包絡の形狀に整形する働きをする。このホルマント重みフィルタ6-0-1の伝達関数 $W(z)$ は、次式で表される。

【0011】

【数1】

$$W(z) = \frac{1 - \alpha(z/a)}{1 - \alpha(z/\beta)} \quad (1)$$

$$A(z) = \sum_{i=1}^P a_i z^{-i} \quad (2)$$

【0012】ここで α は推移整形の度合いを制御する定数であり、実験的に決められる。典型的な値として、 $\alpha = 0.7 \sim 0.9$ が使われる。Pはフィルタの次数であり、一般には $P=10$ に設定される。

【0013】ヒッチ重みフィルタ6-0-2は、入力音声信号の分析で求められたヒッチパラメータに基づいてフィルタ係數が設定され、ヒッチ調和周波数成分に小さな重み、調和周波数間の成分に大きな重みをそれぞれ付ける

ことにより、音声スペクトルをヒッチの調和構造に整形する働きをする。この伝達関数 $C(z)$ は、次式で表される。

【0014】

【数2】

$$C(z) = 1 - c z^{-D} \quad (3)$$

【0015】ここで、cはヒッチゲイン、Dはヒッチ周期であり、zは推移整形の度合いを制御する定数である。典型的な値として、 $c=0.4$ が用いられる。なお、フィルタの次数は1次とされている。

【0016】図12の音声符号化装置では、適応符号帳4-1-1および適応符号帳4-1-2から選択された運動ベクトルのインデックスと、図示しないゲイン符号帳から選択されたゲインのインデックスおよびLPC分析部4-0-1で得られたLPC係數が符号化パラメータとして出力され、伝送される。一方、これに対応する音声符号化装置では、音声符号化装置と同様の合成フィルタ、適応符号帳、音声符号帳およびゲイン符号帳が用意されており、符号化装置から伝送してきた符号化パラメータのうちのLPC係數に基づいて合成フィルタの伝達関数が設定され、インデックスに基づいて各符号帳が操作される。

【0017】このようにCELPI方式は、感度重み付けを行った重みが最小となる運動ベクトルを閉ループ的に探索している。この方程式によると、8 k bps 程度の比特レートで良好な音質を再生することができる。しかし、CELPI方式は入力音声信号の符号化を行なう際に必要な音声信号のパッファリングサイズが大きく、符号化に際しての処理遅延、つまり入力音声信号が実際に符号化されて符号化パラメータが送出されるまでの処理に要する時間が大きくなってしまうという問題がある。具体

的には、従来のC E L P方式では入力音声信号を2.0 m s ~ 4.0 m sの長さのフレームに分割してバッファリングし、フレーム単位でL P C分析とそれにより得られたL P C係数の伝送を行っている。このバッファリングと符号化処理のため、最低でもフレーム長の2倍の処理遅延、すなわち4.0 m s ~ 8.0 m sの遅延が生じる。

【0018】携帯電話などの通信システムにおいて遅延間の遅延が大きくなると、回線エコーや音響エコーなどのため通話に轟音が生じるため、処理遅延の小さい音声符号化方式が望まれている。音声符号化での処理遅延を小さくするためには、フレーム長を短くすればいいが、フレーム長を短くするとL P C係数の伝送頻度が高くなるため、L P C係数と強調ベクトルの量子化ビット数を削減せざるを得ず、復号化側で得られる再生音声信号の音質が劣化するという問題がある。

【0019】上述のような従来のC E L P方式の問題を解決するためには、L P C係数を伝送しない音声符号化方式が考えられる。具体的には、例えば符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて合成フレームを介さず再生音声ベクトルを生成し、入力音声信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する再生音声信号ベクトルの誤差を去す誤差ベクトルを生成し、この誤差ベクトルを誤差ベクトルに連して得られたベクトルが最小化となる符号ベクトルを符号帳から探索する。誤差ベクトルの伝送間数は、入力音声信号について求められたL P C係数に従って決定される。

【0020】しかし、このように符号化側からL P C係数を伝送しない場合には、復号化側に設けられるホストフィルタの伝送特性をいかに制御するかが問題となる。すなわち、C E L P方式では4.0 k b p s以下のビットレートで符号化を行う場合、良好な音質が得られないため、復号化側に主として再生音声信号のスペクトル強調（ホルマント強調ともいう）を行って上級品質を向上させるためのホストフィルタを設ける必要がある。このホストフィルタは、スペクトル強調に関しては、通常、符号化側から供給されるL P C係数によって伝送間数が制御される構成となっているが、上記のようにL P C係数が符号化側から伝送されない場合には、このような伝送間数の制御が不可能となってしまう。

【0021】また、従来のC E L P方式では、L P C係数の量子化を量子化誤差最小化の観点で、言い換えると開ループ的に行っている。このため、L P C係数の量子化誤差が最小となつても再生音声信号の歪みが最小となる保証はなく、ビットレートが低くなると再生音声信号の音質が劣化してしまう。

【0022】【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のC E L P方式による音声符号化装置では、低ビットレートおよび低遅延を図ろうとすると、再生音声の音質が劣化するという問題があつた。また、低ビットレートと

低遅延の達成のために、合成フィルタを用い、L P C係数の入力音声信号のスペクトル包絡を表すハラメータを伝送しない構成にすると、低ビットレート時に復号化側で必要なホストフィルタの伝送間数を制御できず、ホストフィルタによる音質向上を望むことができなくなるという問題があつた。

【0023】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、低ビットレート、低遅延であつて、かつ再生音声の品質を高めることができる音声符号化方法および装置を提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は合成フィルタを用いて再生音声信号ベクトルを生成し、入力音声信号のスペクトル包絡を表すハラメータを伝送しない音声符号化を行なう。本来は復号化側で使用されるホストフィルタに含まれるスペクトル強調フィルタの伝送間数の伝送特性に依存して誤差ベクトルの伝送間数を変化させるか、または入力音声信号に対して符号化前にスペクトル強調フィルタ処理を行うことを併せてとするものである。

【0025】すなわち、本発明に係る第1の音声符号化方法は、音声信号の符号化のための復号の符号ベクトルを格納した符号帳を有し、この符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音声ベクトルを生成するとともに、符号化対象の入力音声信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する再生音声ベクトルの誤差を表す誤差ベクトルを生成し、この誤差ベクトルを再生音声信号のスペクトルを強調するフィルタの伝送間数の伝送特性をさせた伝送間数を有する誤差ベクトルに通して重み付き誤差ベクトルを生成し、この重み付き誤差ベクトルが最小となる符号ベクトルを符号帳から探し、探索した符号ベクトルに対応するインデックスを符号化ハラメータとして出力することを特徴とする。

【0026】また、この音声符号化方法を実行するための第1の音声符号化装置は、音声信号の符号化のための復号の符号ベクトルを格納した符号帳と、この符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音声ベクトルを生成する再生音声ベクトル生成手段と、符号化対象の入力音声信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する再生音声ベクトルの誤差を表す誤差ベクトルを生成する誤差ベクトル生成手段と、再生音声信号のスペクトルを強調するフィルタの伝送間数の伝送特性をさせた伝送間数を有し、誤差ベクトルを入力として重み付き誤差ベクトルを出力する誤差ベクトルを符号ベクトルが最小となる符号ベクトルを符号帳から探し、この探索手段により探索された符号ベクトルが最小となる符号ベクトルを符号帳から探し、この探索手段に対応するインデックスを符号化ハラメータとして出力することを特徴とする。

【0027】本発明に係る第2の音声符号化方法は、音声信号の符号化のための復号の符号ベクトルを格納した

符号帳を有し、この符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音声ベクトルを生成するとともに、符号化対象の入力音声信号についてベクトル強調を行って得られた音声信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する再生音声ベクトルの誤差を表す誤差ベクトルを生成し、この誤差ベクトルを聽感重みフィルタに通して得られた重み付き誤差ベクトルが最小となる符号ベクトルを符号帳から選択して、選択した符号ベクトルに対応するインデックスを符号化パラメータとして出力する」と記載とする。

【0028】また、この音声符号化方法を実行するための第2の音声符号化装置は、音声信号の符号化のための複数の符号ベクトルを格納した符号帳と、この符号帳から取り出した符号ベクトルを用いて再生音声ベクトルを生成する再生音声ベクトル生成手段と、符号化対象の入力音声信号についてベクトル強調を行うプリフィルタと、このプリフィルタによってベクトル強調された音声信号を目標ベクトルとして、この目標ベクトルに対する再生音声ベクトルの誤差を表す誤差ベクトルを生成する誤差ベクトル生成手段と、この誤差ベクトルを入力して重み付き誤差ベクトルを出力する聽感重みフィルタと、この重み付き誤差ベクトルが最小となる符号ベクトルを符号帳から選択する選択手段と、この選択手段により選択された符号ベクトルに対応するインデックスを符号化パラメータとして出力する手段とを備えたことを特許とする。

【0029】このような構成により、本発明によると低ビットレートおよび低遅延を達成しつつ、再生音声の品質を向上させることができる。従来のC E L P方式では、符号化パラメータの一部としてL P C係数を伝送する必要があり、そのために符号化の低ビットレート化、低遅延化に伴って音質が劣化する問題があった。従来のC E L P方式の場合、L P C係数は音声信号の持つ周波数の出力を取り除くために用いられていたが、本発明では音声信号の持つ周波数ベクトル量化の技術を用いて除去し、L P C係数を伝送しない構成としている。このようにL P C係数は復号化側へ伝送する必要がなく、聽感重みフィルタさらにノリフィルタの伝達関数の設定にのみ用いられるため、符号化の際のフレーム長を短くでき、それだけ処理遅延も軽くなる。

【0030】そして、本発明においては、通常復号化側に設けられる小ストフィルタの機能のうち、特にL P C係数のまゝなベクトル包絡を表すパラメータを必要とするベクトル強調については、聽感重みフィルタによる機能を有せるか、または符号化側前にノリフィルタにしてベクトル強調を行っている。従って、小ストフィルタの処理に必要なパラメータを伝送しないにもかかわらず、低ビットレートでも良好な音質が得られる。また、復号化側においてはストフィルタが不要となるか、あるいは小ストフィルタがベクトル強調を含

まないか、または構造的なベクトル強調を行なう簡単なものでなく、ノリフィルタリングに要する演算量が削減される。

【0031】さらに、本発明では入力音声信号を目標ベクトルとして再生音声信号ベクトルに聽感重みフィルタによる処理を施し、重み付けされた誤差の最小化の規範でベクトル量化のための符号帳の符号ベクトルの選択を行うことにより、従来は開ループの符号化されていたL P C係数を含んだ形で符号帳の選択を閉ループ的に行なうことができ、上記のなればめで音質の改修が期待できることになる。

【0032】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態) 図1は本発明の第1の実施形態に係る音声符号化装置の構成を示すブロック図である。この音声符号化装置は、バッファ101、L P C分析部103、減算器105、聽感重みフィルタ107、符号帳選択部109、第1～第3の符号帳111、112、113、ゲイン乗算器114、115、加算器116およびマルチプレクサ117からなる。

【0033】入力端子100からの入力音声信号は、バッファ101に一時蓄積される。L P C分析部103は、バッファ101を介して入力音声信号のL P C分析(線形予測分析)をフレーム単位で行い、入力音声信号のスペクトル包絡を表すパラメータであるL P C係数を出力する。減算器105は、バッファ101から出力される入力音声信号を目標ベクトル103として、この目標ベクトル103から再生音声信号ベクトル104を乗じ引き、聽感重みフィルタ107に誤差ベクトル106を出力する。聽感重みフィルタ107は、誤差ベクトル106に対して、L P C分析部103で得られたL P C係数に従って再生音声信号の音質音質を聴感的に改善するため周波数帯に異なる重み付けを行い、重み付け誤差ベクトル108を符号帳選択部109に出力する。符号帳選択部109は、重み付け誤差ベクトル108を受けて、再生音声信号の重み(誤差)最小化の規範で、第1～第3の符号帳111、112、113について符号ベクトルの選択を行う。マルチプレクサ117は、符号帳111、112、113について選択された符号ベクトルのインデックスを符号列に変換して多重化し、これを符号化パラメータとして出力端子118に出力する。

【0034】第1および第2の符号帳111、112はベクトル量化の技術を利用して音声の長期相関および短期相関をそれぞれ取り除くための符号帳であり、第3の符号帳113は符号ベクトルに与えるゲインを量化するための符号帳である。

【0035】図1と図12を比較して分かるように、本実施形態の音声符号化装置は合成フィルタを用いない点が従来のC E L P方式の音声符号化装置とは大きく異なる。あるいは小ストフィルタがベクトル強調を含

【0036】次に、図2に示すフローチャートを用いて本実施形態の音声符号化装置における符号化手順を説明する。まず、テクニカル化された入力音声信号を入力端子100から入力し、フレームと呼ばれる一定間隔の区間に分割して、バッファ101に蓄える（ステップS101）。次に、バッファ101を介して入力音声信号をフレーム単位でLPC分析部102に入力して離形子測分析（LPC分析）を行い、入力音声信号のスペクトル包絡を表すパラメータとしてLPC係数a_i（i=1, ..., p）を計算する（ステップS102）。このLPC分析部は、従来のC.E.L.P方式のようにLPC係数を伝送するためのものではなく、聽感重みフィルタ107での離音スペクトルの形状と、聽感重みフィルタ107にスペクトル強調の適切性を付与するために行われる。なお、LPC分析を行う単位となるフレーム長は、符号化を行う単位となるフレーム長とは独立に設定できる。

【0037】このようにLPC係数を音声符号化装置から音声復号化に伝送する必要がないため、符号化を行う単位であるフレーム長は、従来のC.E.L.P方式におけるフレーム長（2.0～4.0ms）より短くして、例えは5～10msで十分である。すなわち、LPC係数は伝送しないのであるから、フレーム長を短くしても従来のように再生音声の品質を低下させる要因とならない。LPC分析の方法については、自己相関法など周知の方法を用いることができる。こうして求められたLPC係数は聽感重みフィルタ107に与えられ、後述のように聽感重みフィルタ107の伝達関数W(z)が設定される（ステップS103）。

【0038】次に、フレーム単位で入力音声信号の符号化の処理を行う。符号化処理は、符号候補部109に上って第1～第3の符号候111、112、113を後述する中で最小の規範で順次探し、各々のインデックスを符号列に変換した上でマルチプレクサ117により多系統化することで行われる（ステップS104～S105）。本実施形態の音声符号化装置は、音声信号の持つ冗長性（相間）を音声の周波成分（ピッチ）に基づく周期的相間と音声のスペクトル包絡に関係する気周期的相間に分けて除去し、冗長性を工具とする。第1の符号候111は周期的相間を除去するために、第2の符号候112は気周期的相間を除去するためにそれぞれ用いられる。第3の符号候113は第1、第2の符号候111、112から出力される符号ベクトルのゲインを符号化するためのものである。第1の符号候110の探索処理について説明する。探索に先立ち、まず聽感重みフィルタ107の伝達関数W(z)を次式に従って設定する。

【0039】

【候3】

$$W(z) = \frac{1-\alpha(z/\alpha)}{1-\alpha(z/\beta)} \times \frac{1}{P(z)} \quad (4)$$

$$P(z) = \frac{1-\alpha(z/\delta)}{1-\alpha(z/\gamma)} \quad (5)$$

$$A(z) = \sum_{i=1}^p a_i z^{-i} \quad (6)$$

【0040】ここで、P(z)は従来のホストノルタの伝達関数であり、具体的には例えばスペクトル強調ノルタ（ホルマント強調ノルタ）の伝達関数、あるいはこれにピッチ強調ノルタや高域強調ノルタの伝達関数を含ませたものであっても構わない。

【0041】このように、聽感重みフィルタ107の伝達関数W(z)を式(4)に示した従来の聽感重みフィルタの伝達特性（式(1)の右辺第1項）と、ホストノルタの伝達関数の適応特性（式(4)の右辺第2項）で構成することにより、離音スペクトルを入力音声信号のスペクトル包絡の形状に整形すると共に、再生音声信号のスペクトルを従来のホストノルタと同様に強調することができる。α、β、γ、δは離音形状の度合を制御する定数であり、実験的に決められる。典型的な値はαとβが0.7～0.9、γとδが0.5である。

【0042】第1の符号候111は、従来のC.E.L.P方式における適応符号候と同様に音声の周波成分（ピッチ）を表現するのに用いられ、この符号候111に格納される符号ベクトルe(n)は、次式で表されるように過去の再生音声信号をフレーム長分切り出すことにより作成される。

【0043】

$$e(n) = e(n-L), n=1, \dots, N \quad (7)$$

ここで、Lはラグ、Nはフレーム長である。符号候探索部109は、まず第1の符号候111の探索を行う。第1の符号候111の探索は従来の適応符号候の探索と同様に、符号候探索部109において目標ベクトル102と符号ベクトルeを聽感重みフィルタ107に通すことによって得られる値を最小とするラグを見出すことによって行われる。ラグは、潜数サンプルまたは小数サンプル単位にすることができる。

【0044】次に、符号候探索部109は第2の符号候112の探索を行う。この場合、まず減算器105で目標ベクトル102から第1の符号候111の符号ベクトルを減算して得た目標ベクトルを得る。そして、第1の符号候111の探索と同様に目標ベクトル102に対する第2の符号候112の符号ベクトルの重み付き和（誤差）最小化の規範で第2の符号候112の探索を行う。すなわち、第2の符号候112からゲイン重算器113および加算器116を介して出力された符号ベクトル102の目標ベクトル102に対する誤差を減算器1

50

0.5で誤差信号ベクトル10.6として求め、この誤差信号ベクトル10.6を臨界点ノイズル10.7に通して得られるベクトルが最小となる符号ベクトルを符号帳11.2から探索する。この第2の符号帳11.2の探索は、C E L P方式における音信号の探索と同様である。この場合、第2の符号帳11.2の探索のための演算量を削減する目的で、ベクトルサムなどの構造化された符号帳、バックワードフルタリング、予偏選択など周知の技術を利用することもできる。

【0015】次に、符号帳探索部10.9は第3の符号帳11.3の探索を行う。第3の符号帳11.3は、第1、第2の符号帳11.1、11.2に格納された符号ベクトルに垂直するゲインを要素に持つ符号ベクトルを格納している。第3の符号帳11.3からの最適な符号ベクトルの探索は、第1、第2の符号帳11.1、11.2から取り出された符号ベクトルにゲイン乗算器11.4、11.5でゲインを乗じた後、加算器11.6で加算して得られた再生音信号ベクトル10.4の目標ベクトル10.2に対する重み付き差(誤差)を最小化する規則で、周知の方法により行なわれる。

【0016】符号帳探索部10.9は、第1～第3の符号帳11.1、11.2、11.3から探索した符号ベクトルに対応するインデックスをマルチプレクサ11.7に出力する。マルチプレクサ11.7は、入力された3つのインデックスを符号列に変換して多値化し、符号化ハラメータとして出力端子11.8に出力する。出力端子11.8に出力された符号化ハラメータは、図示しない低速または蓄積媒体を介して後述する音声復号化装置に伝送される。

【0047】最後に、符号帳探索部10.9で求められた第1、第2の符号帳11.1、11.2のインデックスに対応する符号ベクトルに、同じく符号帳探索部10.9で求められた第3の符号帳11.3のインデックスに対応するゲインがゲイン乗算器11.4、11.5により乗じられた後、加算器11.6で加算されることにより再生音信号ベクトル10.4が求められ、これに基づいて第1の符号帳11.1の内容が更新されることにより、入力端子10.0～の次のフレームの音声信号入力に備える。

【0048】次に、図3を参照して図1の音声符号化装置に対応する第1の実施形態に係る音声復号化装置について説明する。この音声復号化装置は、デマルチプレクサ20.1、第1～第3の符号帳21.1、21.2、21.3、ゲイン乗算器21.4、21.5および加算器21.6からなる。第1～第3の符号帳21.1、21.2、21.3には、それぞれ図1の第1～第3の符号帳11.1、11.2、11.3に格納されている符号ベクトルと同じ符号ベクトルが格納されている。

【0049】入力端子20.0には、図1に示した音声符号化装置から出力される符号化ハラメータが図示しない伝送路または蓄積媒体を介して入力される。この符号化

ハラメータはデマルチプレクサ20.1に入力され、図1中の符号帳21.1、21.2、21.3について探索した符号ベクトルに対応する3つのインデックスが分離された後、符号帳21.1、21.2、21.3に供給される。これにより符号帳21.1、21.2、21.3から、符号帳11.1、11.2、11.3から探索された符号ベクトルと同じ符号ベクトルが取り出される。

【0050】第1、第2の符号帳21.1、21.2から取り出された符号ベクトルは、ゲイン乗算器21.4、21.

10 21.5により第3の符号帳21.3からの符号ベクトルで示されるゲインが乗じられた後、加算器21.6で加算されることによって、再生音信号ベクトルが格納端子21.7より出力される。また、再生音信号ベクトルに接続して第1の符号帳21.1の内容が更新されることにより、入力端子20.0への次のフレームの符号化ハラメータの入力に備える。

【0051】従来のC E L P方式に基づく音声復号化装置では、加算器21.6から出力される信号がL P C係数によって伝送特性が決定される合成フレームに頭部信号として入力される構成となっている。また、特に音声化のピットレートが1 k b p s以下の低フレートの場合、合成フレームから出力される再生音信号がホストフィルタを介して出力される構成となっている。

【0052】これに対し、本実施形態では図1に示した音声符号化装置側で合成フレームが省略されていることに対応して、音声復号化装置においても合成フレームは省略されている。さらに、図1の音声符号化装置内の聽感重みフレーム10.7においてホストフレームの処理が行われていることにより、図3の音声復号化装置ではホストフレームが不要となっている。

【0053】(第2の実施形態)図4は、本発明の第2の実施形態に係る音声復号化装置の構成を示すブロック図である。本実施形態が第1の実施形態と異なるところは、第2の符号帳12.2に格納された符号ベクトル間の相間を取り除くために予測器12.1を設け、さらに予測器12.1を制御するための第4の符号帳12.2を追加した点である。

【0054】図5は、予測器12.1の具体的な実現例としてMA型予測器の構成を示すブロック図である。この予測器は1ベクトル分の延滞を行なうベクトル延滞器30.1、30.2と、行列乗算器30.3、30.4、30.5および加算器30.6により構成され、第1の行列乗算器30.3には予測器12.1の入力ベクトルが入力され、第2の行列乗算器30.4には1段目のベクトル延滞器30.1の出力ベクトルが入力され、第3の行列乗算器30.5には2段目のベクトル延滞器30.2の出力ベクトルが入力される。そして、行列乗算器30.6で加算され、予測器12.1の出力ベクトルが生成される。

【0055】次に、予測器12.1の入力ベクトルおよ

む出力ベクトルをX、Yとし、行列乗算器303、304、305において各々の入力ベクトルに乘じる係続行列をA0、A1、A2とおくと、予測器121の動作は

$$Y = A0 * Xn - A1 * Xn - 1 + A2 * Xn - 2 \quad (8)$$

ここで、Xn-1はXnを1ベクトル分延長したベクトル、Xn-2はXn-1を1ベクトル分延長したベクトルである。係続行列A0、A1、A2は予め周知の学習法により求められ、第1の符号帳122に符号化ベクトルとして格納されている。

【0057】以下、本実施形態の動作を第1の実施形態との相違点を中心に説明する。まず、フレーム単位で入力音声信号のLPC分析と、悪感重みフルタ107の伝達開数の設定を第1の実施形態と同様に行い、次いで符号帳探査部119において第1の符号帳111の探索を第1の実施形態と同様に行う。

【0058】次に、符号帳探査部119による第2の符号帳112の探索は、符号帳112から取り出した符号ベクトルを予測器121に入力して予測ベクトルを生成し、この予測ベクトルと目標ベクトル102との重み付き誤が最小となる符号ベクトルを第2の符号帳112から探索することによって行われる。予測ベクトルは、第1の符号帳112から符号ベクトルとして与えられる係続行列A0、A1、A2を用いて、式(8)に従って計算される。第2の符号帳112の探索は、第1の符号帳112に格納された全ての符号ベクトルに対して行われる。従って、第2の符号帳112と第4の符号帳122との探索は並行に行われる。

【0059】また、本実施形態では第1～第3の符号帳111、112、113、114に加えて第4の符号帳122が設けられていることに伴い、マルチブレクサ127では第1～第4の符号帳111、112、113、114から4つのインデックスを符号列に変換して多変化し、これを符号化パラメータとして出力端子127より出力する構成となっている。

【0060】図6は、図1の音声符号化装置に対応する音声復号化装置の構成を示すブロック図である。この音声復号化装置が図3に示した第1の実施形態の音声復号化装置と異なるところは、図4の音声符号化装置と対応して第2の符号帳212に格納された符号ベクトル間の相間を取り除くために予測器211を設け、これに伴い符号帳として第1の符号帳212を追加した点である。予測器211は符号化装置内の予測器121と同様であり、図4に図5のよう構成される。

【0061】入力端子200に、図4に示した音声符号化装置から出力される符号化パラメータが図示しない伝送路または蓄積媒體を介して入力される。この符号化パラメータはデマルチブレクサ210に入力され、図1中の符号帳111、112、113、114について探索した符号ベクトルに対応する4つのインデックスが分離された後、符号帳211、212、213、222に

次次で表される。

【0056】

供給される。これにより符号帳211、212、213、222からは、符号帳111、112、113、114から探索された符号ベクトルと同じ符号ベクトルが取り出される。第1の符号帳211からの符号ベクトルは、ゲイン乗算器214により第3の符号帳213からの符号ベクトルで示されるゲインが乗じられた後、加算器216に入力される。第2の符号帳212からの符号ベクトルは予測器221に入力され、予測ベクトルが生成される。この予測ベクトルは加算器216に入力され、ゲイン乗算器214でゲインが乗じられた第1の符号帳211からの符号ベクトルと加算されることにより、再生音声信号が出力端子217より出力される。

【0062】(第3の実施形態) 第1および第2の実施形態では、悪感重みフルタ107の伝達開数をリストフィルタの伝達開数の逆特性に基づいて制御することにより、再生音声信号のスペクトルを強調する構成となっているが、符号化処理の前に入力音声信号にスペクトル強調のフルターリングを施すことにより、再生音声信号のスペクトル強調を図ることも可能である。

【0063】図7は、この方法に基づく第3の実施形態に係る音声符号化装置の構成を示すブロック図である。第1の実施形態との相違点は、バッファ101の後段にプリフィルタ130を設けたことと、悪感重みフルタ137の伝達開数をリストフィルタの特性を含まないように変えたことである。

【0064】次に、図8に示すフローチャートを用いて本実施形態の音声符号化装置における符号化手順を説明する。まず、デジタル化された入力音声信号を入力端子100から入力し、フレームと呼ばれる一定間隔の区間に分割して、バッファ101に蓄え (ステップS201)。次に、バッファ201を介して入力音声信号をフレーム単位でLPC分析部102に入力して離形子割分析 (LPC分析) を行い、入力音声信号のスペクトル包絡を表示パラメータとしてLPC係続マトリクス (1=1, ..., p) を計算する (ステップS202)。このLPC分析は、従来のCELP方式のようにLPC係続を伝達するためのものではなく、プリフィルタ130でのスペクトル強調と、悪感重みフルタ137での離形子ベクトルの整形のために行われる。LPC分析の方法に付いては、自己相関など周知の方法を用いることができる。LPC係続はプリフィルタ130と悪感重みフルタ137に与えられ、プリフィルタ130の伝達開数P(re) (z) と悪感重みフルタ137の伝達開数W (z) が設定される (ステップS203, S204)。

【0065】次に、フレーム単位で入力音声信号の符号化の処理を行う。符号化処理は、符号帳探査部109に

よって第1～第3の符号帳111、112、113を後述する手順最小の規範で順次探し、各々のインデックスを符号列に変換した上でマルチプレクサ117により多重化することで行われる（ステップS205～S206）。

【0066】本実施形態の音声符号化装置は、音声信号の持つ在性（山開）を音声の周囲成分（ピッチ）に基づく長期の山開と音声のスペクトル包絡に関する定期の相間に分けて除去し、冗長性を圧縮する。第1の符号帳111は長期の山開を除去するために、第2の符号帳112は定期の相間を除去するためにそれぞれ用いられる。第3の符号帳113は第1、第2の符号帳111、112から出力される符号ベクトルのゲインと符号化するためのものである。

【0067】第1の符号帳111の探索処理について説明する。探索に先立ち、まずプリフィルタ130の伝達関数Pre₁(z)と感應系みフィルタ107の伝達関数W₁(z)を次に入力して設定する。

【0068】

【数4】

$$Pre(z) = \frac{1 - A(z/\delta)}{1 - A(z/\gamma)} \quad (9)$$

$$W(z) = \frac{1 - A(z/\alpha)}{1 - A(z/\beta)} \quad (10)$$

$$A(z) = \sum_{i=1}^p a_i z^{-i} \quad (11)$$

【0069】ここで、 γ 、 δ はスペクトル強調の度合いと制御する定数であり、 α 、 β は離音部形の度合いを制御する定数であり、実験的に決められる。このように本実施形態では、感應系みフィルタ137の伝達関数W₁(z)は式(1)に示した從来の感應系みフィルタの伝達特性と同様であり、プリフィルタ130としてスペクトル強調を行うフィルタを設けることによって、感應系みフィルタ137により離音スペクトルを入力音声信号のスペクトル包絡の形態に変形すると共に、再生音声信号のスペクトルを從来のホストフィルタと共にアリフィルタ130により強調することができる。

【0070】第1の符号帳111は、従来のCFLP方式における感應符号帳と同様に音声の周囲成分（ピッチ）を表現するのに用いられ、この符号帳111に格納される符号ベクトルe₁(n)は、式(7)に示したように過去の再生音声信号をフレーム長分切り出すことにより作成される。

【0071】符号帳探索部109は、まず第1の符号帳111の探索を行う。第1の符号帳111の探索は既存の感應符号帳の探索と同様に、符号帳探索部109において目標ベクトル102と符号ベクトルe₁を感應系み

ノルマ107に通すことにによって得られる重み最小とするラグを見出すことによって行われる。ラグは、幅較サンプルまたは小数サンプル単位ですることができる。

【0072】次に、符号帳探索部109は第2の符号帳112の探索を行う。この場合、上平減算器105で目標ベクトル102から第1の符号帳111の符号ベクトルを減算して新たな目標ベクトルを得る。そして、第1の符号帳111の探索と同様に目標ベクトル102に対する第2の符号帳112の符号ベクトルの重み付き重

（誤差）最小化の規範で第2の符号帳112の探索を行う。すなわち、第2の符号帳112からダン平減算器114および加算器116を介して出力された符号ベクトル101の目標ベクトル102に対する誤差を減算器105で誤差信号ベクトル106として求め、この誤差信号ベクトル106を感應重みフィルタ107に通して得られるベクトルが最小となる符号ベクトルを符号帳112から探索する。この第2の符号帳112の探索は、CFLP方式における離音符号帳の探索と同様である。この場合、第2の符号帳112の探索のための減算量を削減する目的で、ベクトルサムなどの構造化された符号帳、バックワードフレルタリング、小節選択など周知の技術を利用することもできる。

【0073】次に、符号帳探索部109は第3の符号帳113の探索を行う。第3の符号帳113は、第1、第2の符号帳111、112に格納された符号ベクトルに乗じるゲインを要素に持つ符号ベクトルを格納している。第3の符号帳113からの最適な符号ベクトルの探索は、第1、第2の符号帳111、112から取り出された符号ベクトルにゲイン乗算器111、115でゲインを乗じた後、加算器116で加算して得られた再生音声信号ベクトル104の目標ベクトル102に対する重み付き重（誤差）を最小化する規範で、周知の方法により行われる。

【0074】符号帳探索部109は、第1～第3の符号帳111、112、113について探索した符号ベクトルに対するインデックスをマルチプレクサ117に出力する。マルチプレクサ117では、入力された3つのインデックスを符号列に変換して多重化し、これを符号化パラメータとして出力端子118に出力する。出力端子118に出力された符号化パラメータは、図示しない伝送路または階級機体を介して後述する音声符号化装置に伝送される。

【0075】最後に、符号帳探索部109で求められた第1、第2の符号帳111、112のインデックスに対する符号ベクトルは、同じく符号帳探索部109で求められた第3の符号帳113のインデックスに対するゲインがゲイン乗算器111、115により乗じられた後、加算器116で加算されることにより再生音声信号ベクトルが求められ、これに基づいて第1の符号帳110の内容が更新されることにより、入力端子100への

次のフレームの音声信号入力に備える。

【0076】(第4の実施形態)図10は、本発明の第3の実施形態に係る音声復号化装置の構成を示すフローロック図である。本実施形態の音声復号化装置は、図3に示した第1の実施形態の音声復号化装置における加算器216の出力側に、LPC分析部231およびホストフィルタ232を追加した構成となっている。LPC分析部231は、再生音声信号をLPC分析してLPC係数を求める。ホストフィルタ232は、LPC係数に基づいて伝達関数が設定されるスペクトル強調フィルタによりスペクトル強調を行う。さらに、ホストフィルタ232は必要に応じて、マルチプレクサ201から第1の符号帳211に入力されるインデックスに基づいてピッチ情報を求める。このピッチ情報を基づいて伝達関数が設定されるピッチ強調フィルタによりピッチ強調を行う。

【0077】ここで、図1に示した第1の実施形態の音声復号化装置においては、聽感重みフィルタ107の伝達関数にホストフィルタの伝達関数の選択性が含まれていることにより、音声復号化装置においてホストフィルタの処理のうちのスペクトル強調処理の一部が実質的に行われている。従って、図10の音声復号化装置内のホストフィルタ232においては、少なくともスペクトル強調においては非常に簡易な処理でよく、その処理に必要な演算量は極端に済む。

【0078】なお、図10においてLPC分析部231を除去し、ホストフィルタ232でスペクトル強調を除くピッチ強調などのフィルタリング処理のみを行うようにしてもよい。

【0079】【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば音声信号の静止時間ベクトル量化の技術を用いて除去し、LPC係数のような入力音声信号のスペクトル包絡を表すハラメータを伝達しない構成としているため、ハラメータ抽出のための入力音声信号の分析の際のフレーム長を短くでき、それだけ分析のためのバッファリングによる遅延時間も短くなる。

【0080】また、ホストフィルタの機能のうちスペクトル包絡を表すハラメータを必要とするスペクトル強調においては、聽感重みフィルタにその機能を持たせるか、または符号化の前にアリフレンタルによってスペクトル強調を行うことにより、低ビットレートでも良好な音質が得られる。しかも、復号化側においてはホストフィルタが不要となるか、あるいはホストフィルタがスペクトル強調を含まないか、または誰かがスペクトル強調を行な簡単なだけでよいため、フィルタリングに要する演算量が削減される。

【0081】さらに、入力音声信号を目標ベクトルとして再生音声信号ベクトルの誤差ベクトルに聽感重みフィルタの処理を施し、重み付けされた誤差の最小化の規範でベクトルを量子化のための符号帳から符号ベクトルの選

択を行うことにより、スペクトル包絡を表すハラメータを含んだ形で符号帳の探索を閉ループ的に行なうことができる。主観的なレベルでの音質改善を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る音声符号化装置の構成を示すブロック図

【図2】第1の実施形態に係る音声符号化装置の符号化手順を示すフローチャート

【図3】第1の実施形態に係る音声復号化装置の構成を示すブロック図

【図4】第2の実施形態に係る音声符号化装置の構成を示すブロック図

【図5】図4中の予測器の構成を示すブロック図

【図6】第2の実施形態に係る音声復号化装置の構成を示すブロック図

【図7】第3の実施形態に係る音声符号化装置の構成を示すブロック図

【図8】第3の実施形態に係る音声符号化装置の符号化手順を示すフローチャート

【図9】第3の実施形態に係る音声復号化装置の構成を示すブロック図

【図10】第1の実施形態に係る音声復号化装置の構成を示すブロック図

【図11】後来の音声符号化装置の構成を示すブロック図

【図12】後来の他の音声符号化装置の構成を示すブロック図

【図13】図12中の聽感重みフィルタの構成を示すブロック図

30 【図14】後来の複音スペクトル形成の様子を示す波形図

【符号の説明】

100…入力端子

101…バッファ

103…LPC分析部

105…減算器

107…聽感重みフィルタ

109…符号帳操作部

111…第1の符号帳

112…第2の符号帳

113…第3の符号帳

114, 115…ゲイン重算器

116…加算器

117…マルチプレクサ

118…出力端子

119…符号帳操作部

121…予測器

122…第4の符号帳

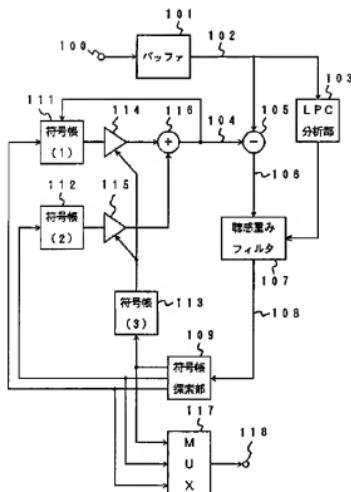
127…マルチプレクサ

128…出力端子

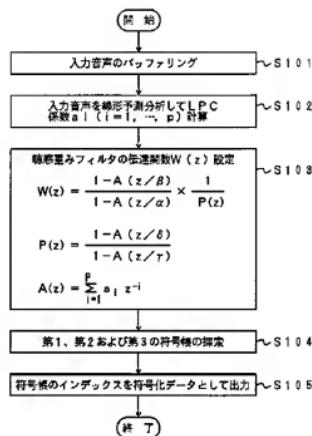
1 3 0 … プリフュルタ
 1 3 7 … 感度変なフルタ
 2 0 0 … 入力端子
 2 0 1 … デマルチブレクサ
 2 1 1 … 第1の符号帳
 2 1 2 … 第2の符号帳
 2 1 3 … 第3の符号帳
 2 1 4, 2 1 5 … ゲイン乗算器
 2 1 6 … 加算器

2 1 7 … 出力端子
 2 2 1 … ピオーネ
 2 2 2 … 第1の符号帳
 2 3 1 … L P C 分析部
 2 3 2 … 小ストフルタ
 3 0 1, 3 0 2 … ベクトル選延器
 3 0 3, 3 0 4, 3 0 5 … 行列乗算器
 3 0 6 … 加算器

【図1】

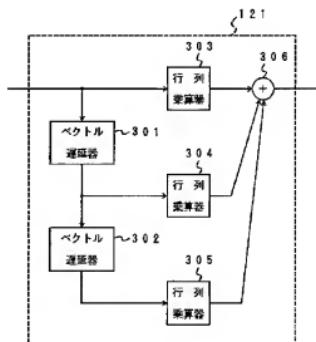
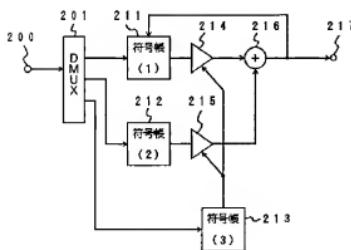


【図2】

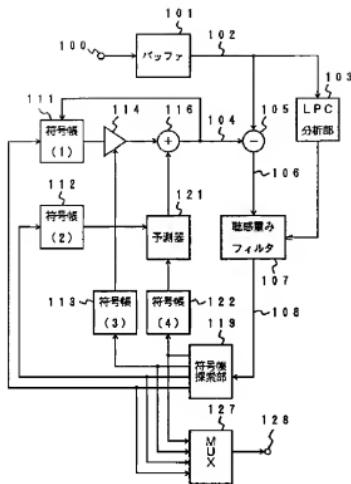


【図5】

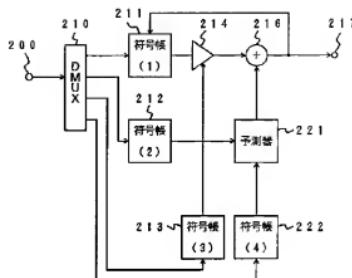
【図3】



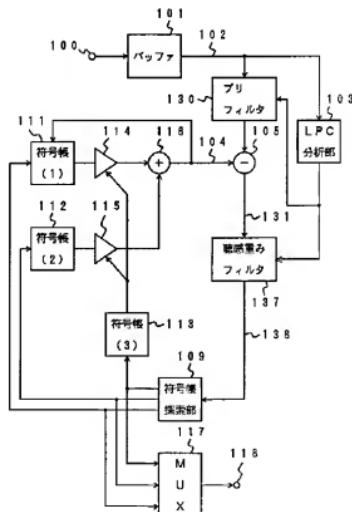
【四】



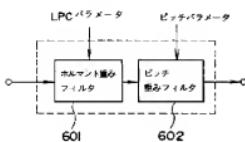
[6]



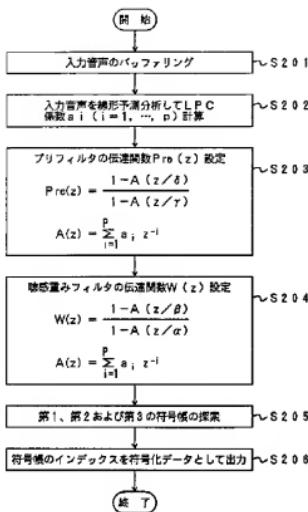
[12] 7



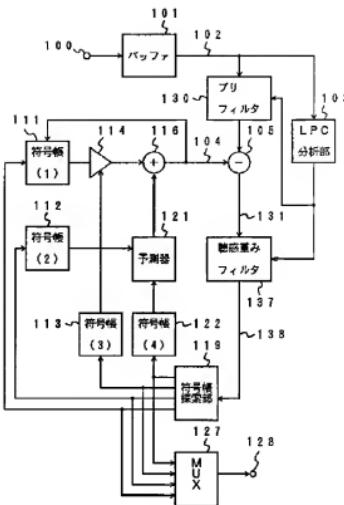
[2] 3]



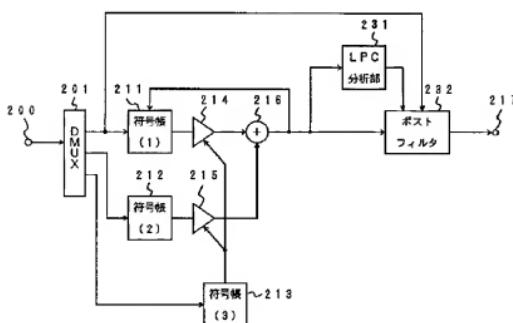
【図8】



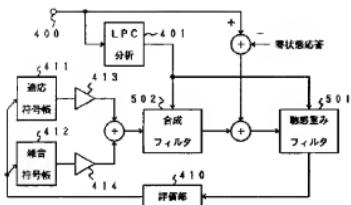
【図9】



【図10】



【図1-2】



【図1-4】

